植物分类与资源学报 2013, 35 (3): 280~284
Plant Diversity and Resources DOI: 10.7677/ynzwyj201313046

蒺藜科及由其分出的两新科四种植物种子形态特征比较研究*

张发起[1], 付鹏程[1,2], 高庆波[1], 李印虎[1,2], Gulzar Khan[1,2], 陈世龙[1**]
(1 中国科学院高原生物适应与进化重点实验室, 中国科学院西北高原生物研究所, 青海 西宁 810001; 2 中国科学院大学, 北京 100039)

摘要: 对青藏高原地区常见的原属蒺藜科 4 种高山植物 (霸王 *Sarcozygium xanthoxylom*、白刺 *Nitraria tangutorum*、小果白刺 *Nitraria sibirica* 及多裂骆驼蓬 *Peganum multisectum*) 的 9 个自然居群的种子形态运用扫描电镜进行了观察。来自 3 个新界定科的不同植物的种子特征差异明显, 其种皮纹饰各不相同, 种间差异明显, 说明这一特征在 3 个科之间具有重要的系统学意义。同一物种不同产地的种子形态特征差异不显著, 说明这一性状在同一物种间是相对稳定的。研究结果支持将白刺科和及骆驼蓬科的物种从蒺藜科中分出, 表面种子微形态这一稳定的性状可以作为白刺科、蒺藜科以及骆驼蓬科 3 个关系比较复杂的科之间的一个分类依据。

关键词: 种子微形态; 蒺藜科; 青藏高原
中图分类号: Q 944 **文献标识码**: A **文章编号**: 2095-0845(2013)03-280-05

Comparative Study on Plant Seed Morphological Characteristics of Zygophyllaceae and Two New Families Separated from It

ZHANG Fa-Qi[1], FU Peng-Cheng[1,2], GAO Qing-Bo[1], LI Yin-Hu[1,2], GULZAR Khan[1,2], CHEN Shi-Long[1**]
(1 *Key Laboratory of Adaption and Evolution of Plateau Biota*, *Northwest Institute of Plateau Biology*, *Chinese Academy of Sciences*, Xining 810001, China; 2 *University of Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100039, China)

Abstract: Seed morphology of 9 natural populations of 4 species (*Sarcozygium xanthoxylom*, *Nitraria tangutorum*, *Nitraria sibirica* and *Peganum multisectum*) on the Qinghai-Tibet Plateau, originally in the same family Zygophyllaceae, was observed by Scanning Electron Microscopy (SEM). The four species from the three new definition family have significant differences on seed morphology. Especially their seed surface is different from each other and difference among species is distinct. It shows that the character has important systematic significance among the three family. In addition, Seed morphological characteristics of the same species from different localities show no significant difference. Both demonstrate that the character is relatively stable within species. The findings of our study support that species in Nitariaceae and Peganaceae could be separated from Zygophyllaceae. It indicates that the stable characteristic could be an evidence for the current classification of the three families (Nitariaceae, Zygophyllaceae, Peganaceae) which have complex relationship.

Key words: Seed micromorphology; Zygophyllaceae; Qinghai-Tibet Plateau

蒺藜科 Zygophyllaceae 是一个范围、系统及属间关系都很不稳定的古老小科 (吴征镒等, 2003)。在《中国植物志》第 43 卷 (刘媖心, 1998) 中, 蒺藜科包括27 属, 主要分布于热带、

* 基金项目: 科技部科技基础性工作专项重点项目 (2007FY110100)
** 通讯作者: Author for correspondence; E-mail: slchen@nwipb.cas.cn
收稿日期: 2013-03-20, 2013-04-12 接受发表
作者简介: 张发起 (1983-) 男, 助理研究员, 主要从事青藏高原植物适应与进化研究。E-mail: fqzhang@nwipb.cas.cn

亚热带和温带；中国有 5 亚科 6 属（白刺属 *Nitraria* L.、骆驼蓬属 *Peganum* L.、驼蹄瓣属 *Zygophyllum* L.、霸王属 *Sarcozygium* L.、蒺藜属 *Tribulus* L. 和四合木属 *Tetraena* L.），生于西北干旱区的沙漠、戈壁和低山。本科植物多数是重要的防风固沙植物，在半干旱至干旱区草原、荒漠植被中具有相当重要的位置（吴征镒等，2003）。而在《Flora of China》第 11 卷（Liu 和 Zhou，2008）中，对该科植物的系统关系进行了重新划分：该科中的骆驼蓬属列入骆驼蓬科 Peganaceae，仅含 2 属 6～7 种，我国 1 属 3 种；白刺属列入单属科白刺科 Nitariaceae，约 6～10 种，我国 5～6 种；此外，还将驼蹄瓣属和霸王属合并成为新的霸王属 *Zygophyllum* L.，与蒺藜属和四合木属归入蒺藜科。而这些科属的调整主要依据形态学、解剖学及胚胎学等特征（Takhtajan，1987，1997）。种子的形态特征具有相对稳定性，是植物分类的重要依据之一（Hooker 和 Thomsom，1860）。然而对于这几个科属调整后的植物种子特征尤其是种子微形态方面的系统研究目前尚未见报道。我们利用统计方法和扫描电镜对这 3 个科 4 种植物（霸王 *Sarcozygium xanthoxylom*、白刺 *Nitraria tangutorum*、小果白刺 *Nitraria sibirica* 及多裂骆驼蓬 *Peganum multisectum*）的种子特征进行研究，以期探讨种子特征在这些植物科属间鉴别的系统学意义和分类学价值。

1 材料和方法

野外采集霸王、白刺、小果白刺及多裂骆驼蓬成熟、饱满的果实，自然干燥。共采集到 4 种植物的 9 个自然居群。实验材料来源及凭证标本信息见表 1。凭证标本存放于中国科学院西北高原生物研究所青藏高原生物标本馆（HNWP），种子存放于中国西南野生生物种质资源库。

对每个自然居群选取 10 粒种子分别测量长度和宽度，取平均值，再通过计算得到种子的长宽比。长度指种子一端至另一端间的最大距离，宽度指垂直于长度轴的种子最大直线距离。用精度为 0.1 mm 的游标卡尺进行测量。

选取成熟、饱满的种子用酒精清洗，超声波震荡以去除种子表面的杂质。将其贴于带有双面胶的样品台上，用日本电子 JEE-420 型真空镀膜仪喷金镀膜后在日本电子 JSM-5610LV 型低真空扫描电子显微镜下进行观察并拍照。本文所用的种子形态和种皮表面微形态术语参考刘长江等（2004）的描述。

2 结果

来自 3 个新界定科的不同植物的种子特征差异明显，其种皮纹饰各不相同，种间差异明显，但是同一物种不同产地的种子特征差异不显著或无明显差异。所观察的 4 种植物 9 个自然居群的种子形态、大小、表面纹饰及特征见图 1 和表 2。

3 讨论

对龙胆科植物的研究表明，种子性状可作为某些属、组、甚至种的分类依据（葛学军，1996；陈世龙和何廷农，2002）。本研究表明，在 3 个新界定的科之间，种子特征有着显著的差异，种子表面纹饰亦各不相同。在种子大小方面，白刺科和骆驼蓬科 3 种植物的种子大小相近，

表 1 实验材料来源及凭证标本信息

Table 1 Origin of materials and voucher information

种类 Species	凭证标本 Voucher	采集地 Locality	纬度 Latitude(N)	经度 Longitude(E)	海拔 Altitude/m
霸王 *S. xanthoxylom*	Chensl-1200	青海贵德 Guide, QH	36°04′37″	101°34′31″	2 660
白刺 *N. tangutorum*	Chensl-0860	青海格尔木 Ge'ermu, QH	36°39′27″	95°02′35″	2 710
小果白刺 *N. sibirica*	Chensl-1766	青海平安 Ping'an, QH	36°27′41″	102°00′56″	2 240
小果白刺 *N. sibirica*	Chensl-1207	青海贵德 Guide, QH	36°04′37″	101°34′31″	2 660
小果白刺 *N. sibirica*	Chensl-0503	青海共和 Gonghe, QH	36°08′51″	100°55′06″	2 770
多裂骆驼蓬 *P. multisectum*	Chensl-0892	青海尖扎 Jianzha, QH	36°06′54″	101°49′07″	2 150
多裂骆驼蓬 *P. multisectum*	Chensl-1765	青海平安 Ping'an, QH	36°27′41″	102°00′56″	2 240
多裂骆驼蓬 *P. multisectum*	Chensl-1203	青海贵德 Guide, QH	36°04′37″	101°34′31″	2 660
多裂骆驼蓬 *P. multisectum*	Chensl-0499	青海共和 Gonghe, QH	36°08′51″	100°55′06″	2 770

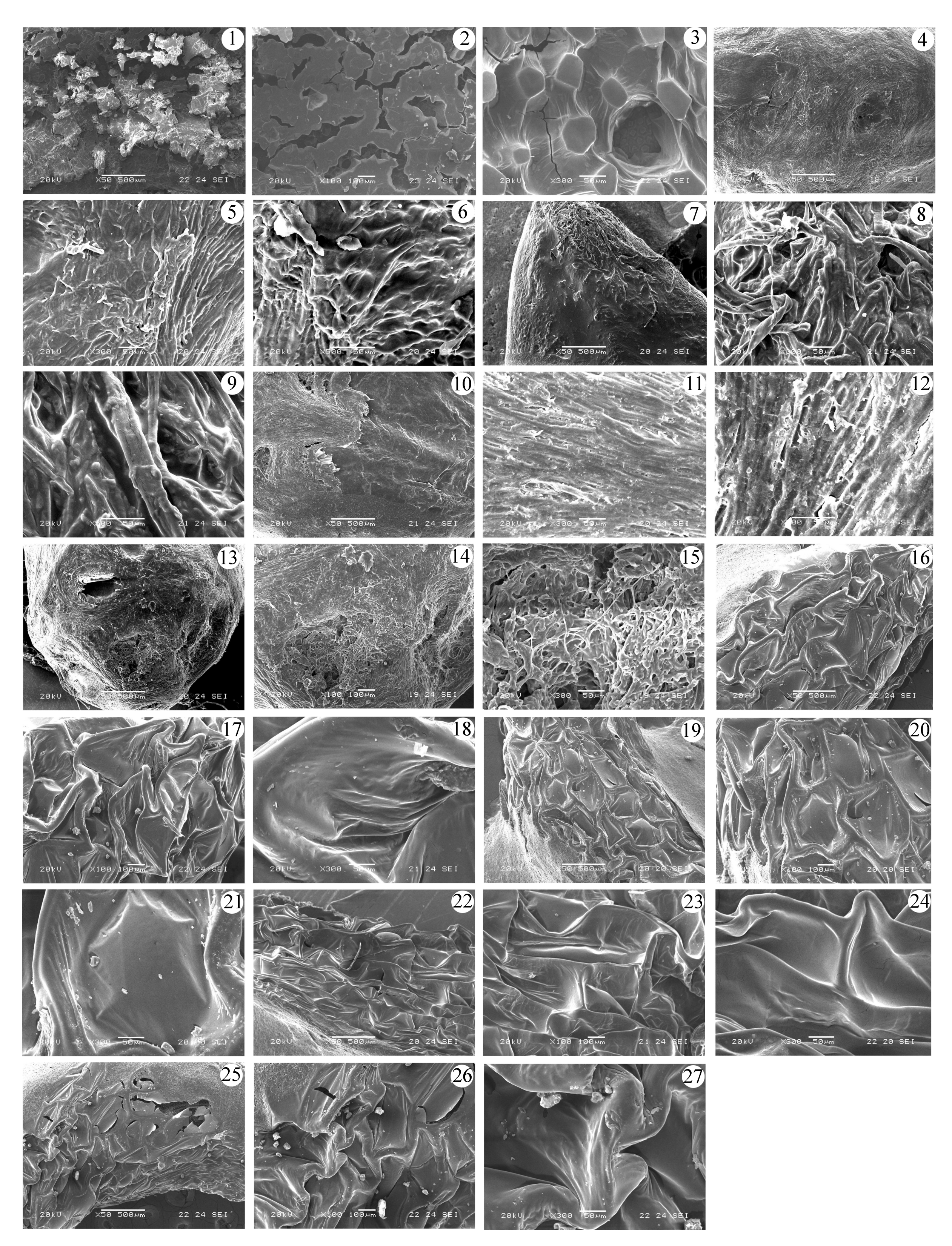


图1　四种植物种子的扫描电镜照片. 1～3. 霸王; 4～6. 白刺; 7～15. 小果白刺; 16～27. 多裂骆驼蓬

Fig. 1　SEM photographs of seeds from four species. 1-3. *S. xanthoxylom*; 4-6. *N. tangutorum*; 7-15. *N. sibirica*; 16-27. *P. multisectum*

表 2　四种植物的种子形态特征

Table 2　Seed morphology of the observed from four species

种类 Species	长度 Length /mm	宽度 Width /mm	长宽比 Length /width	果实及种子形态 Morphology of seeds and fruits	种皮微形态特征 Micromorphology of seed coat	图 1 Fig. 1
霸王 *S. xanthoxylom*	8.61	3.20	2.69	蒴果，近球形，有三宽翅，一般 3 室，每室含 1 枚种子；种子肾形，褐色	种子表面粗糙，其上有许多褶皱形成不规则多皱状，密被颗粒状突起	1 ~ 3
白刺 *N. tangutorum*	4.64	3.02	1.54	核果浆果状，卵形或椭圆形，熟时深红色	种子表面被细疏柔毛成网状，网眼长条形，绒毛细	4 ~ 6
小果白刺 *N. sibirica*	5.32	2.89	1.84	核果浆果状，近球形，两端钝圆，熟时暗红色，果核	种子表面被疏柔毛成交织成网状，网眼不规则，绒毛粗	7 ~ 9
小果白刺 *N. sibirica*	5.16	2.48	2.08	同上	种子表面被棉毛交织成细网状，网眼长条形，绒毛较细	10 ~ 12
小果白刺 *N. sibirica*	4.09	2.44	1.68	同上	种子表面被棉毛交织成细网状，网眼不规则，绒毛较细	13 ~ 15
多裂骆驼蓬 *P. multisectum*	5.29	2.52	2.1	蒴果近球形，顶部压扁，含多粒种子；种子稍成三角形，深褐色，表面被小瘤状突起	种子表面网纹状，网眼不规则形，凹陷，有褶皱；网脊明显突起	16 ~ 18
多裂骆驼蓬 *P. multisectum*	4.27	2.51	1.7	同上	同上	19 ~ 21
多裂骆驼蓬 *P. multisectum*	4.14	2.19	1.89	同上	同上	22 ~ 24
多裂骆驼蓬 *P. multisectum*	3.92	2.05	1.91	同上	同上	25 ~ 27

注：长度、宽度是 10 粒种子的平均值，单位均为 mm

Notes: Length and width are mean of 10 seeds.

呈球形或椭圆形；而蒺藜科的霸王种子则较狭长，呈肾形。白刺和小果白刺两种植物的种子形态及表面纹饰具有一致性。种子的形态及表面微形态在 3 个不同科之间的显著差异（表 2），支持将这几种原来同属于蒺藜科的植物分别划入新的科属的处理。但种子特征是否可以作为属及属下水平的分类依据仍需要进一步的研究证实。

不同产地同种植物的种子特征是相对稳定的，这是由于种子的整个发育过程是在比较封闭的条件下进行的，受到外界环境的影响较小。龙胆科秦艽组植物种子形态的研究也表明种子的形状、大小、表面纹饰等是一个稳定的、可靠的性状（王义祁等，2011）。对长叶榧（*Torreya jackii*）种子形态特征与环境因子相关性的研究发现，种子形态与环境因子的相关性不显著（刘丽丽等，2012），但该研究仅针对种子形态，并没有对种皮纹饰进行研究。与前人研究结果相一致，本研究对 3 个小果白刺和 4 个骆驼蓬不同产地的自然居群进行观察，种子形态差异亦不显著。在种子大小方面，不同地点的种子虽呈现出随海拔高度的升高而变小的趋势，但不明显。例如尖扎和共和的 2 个多裂骆驼蓬自然居群海拔梯度差为 620 m，其种子长度平均值相差 1.37 mm，宽度平均值相差 0.47 mm，约为种子长度或宽度平均值的 1/3 ~ 1/4（表 2）。多裂骆驼蓬 4 个自然居群的种子表面纹饰基本完全一致，而小果白刺 3 个自然居群的种子表面纹饰则存在些许差异。采自平安和共和的 2 个小果白刺居群种子表面呈细网状，网眼不规则；采自贵德的小果白刺居群种子表面同样呈细网状，但网眼为长条形。此外，采自平安的小果白刺居群种子表面的绒毛较另外两个居群的种子绒毛要粗，但与物种间的

种皮微形态相比，种内差异并不显著。总之，这两个物种不同居群之间并无太明显的差异，也说明了种子形态是一个相对稳定的性状。目前，植物种子微形态研究主要集中于种以及种上的水平(葛学军, 1996; 陈世龙和何廷农, 2002; 庞海龙等, 2012; 陈旭波等, 2010)，对同一物种不同地区环境因子（如海拔等）与种子微形态之间的相关性研究还很少（王义祁等, 2011）。所以，本研究中两个不同物种所展现出的种子微形态在物种内的稳定性是否在这3科植物中具有普遍性，需要进一步的研究加以证实。

研究结果表明，种子形态特征在种内是一个相对稳定的性状，在物种之间存在着显著的差异，同时研究结果也与新的科属划分相一致，可以作为白刺科、蒺藜科以及骆驼蓬科的一个分类依据。

致谢 感谢中国科学院青海盐湖研究所戈桦研究员在实验中给予的大力帮助。

〔参 考 文 献〕

吴征镒, 路安民, 汤彦承等, 2003. 中国被子植物科属综论［M］. 北京: 科学出版社, 759—764

Chen SL (陈世龙), He TN (何廷农), 2002. Surface features of seeds in *Tripterospermum* and *Crawfurdia* (Gentianaceae)［J］. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica* (西北植物学报), **22** (1): 37—42

Chen XB (陈旭波), Yu M (于明), Liu QR (刘全儒), 2010. Systematical significance of seed coat of *Stellaria* L. from northern China［J］. *Journal of Beijing Normal University* (Natural Science) (北京师范大学学报（自然科学版）), **46** (1): 56—62

Ge XJ (葛学军), 1996. Seed coat micromorphology of Gentianaceae in Xinjiang［J］. *Bulletin of Botanical Research* (植物研究), **16** (4): 455—458

Hooker JD, Thomsom T, 1860. Praecursores ad floram Indicam［J］. *Journal of the Linnean Society*, **4**: 106—157

Liu CJ (刘长江), Lin Q (林祁), He JX (贺建秀), 2004. Methods and terminology of study on seed morphology from China［J］. *Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica* (西北植物学报), **24** (1): 178—188

Liu LL (刘丽丽), Wang EF (汪恩锋), Li JH (李建辉), 2012. Study on morphological variation in seeds of *Torreya jackii*, an endangered plant in China［J］. *Seed* (种子), **31** (1): 31—33

Liu YX (刘媖心), 1998. Zygophyllaceae.［A］. In: *Flora Reipublicae Popularis Sinicae* (中国植物志)［M］. Beijing: Science Press, **43** (1): 117—145

Liu YX, Zhou LH, 2008. Nitariaceae, Peganaceae, Zygophyllaceae［A］. In: Wu ZY, Raven PH (eds.), *Flora of China*［M］. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, **11**: 41—50

Pang HL (庞海龙), Su X (苏雪), Zhang H (张辉) *et al*., 2012. Micromorphological features of the seed surface of the genus *Hippophae* L.［J］. *Plant Science Journal* (植物科学学报), **30** (1): 8—14

Takhtajan A, 1987. *Systema Magnoliophytorum*［M］. Leningrad: Academy of Sciences, USSR

Takhtajan A, 1997. *Diversity and Classification of Flowering Plants*［M］. New York: Columbia University Press

Wang YQ (王义祁), Wang RB (汪荣斌), Wang CQ (王存琴) *et al*., 2011. Study on seed morphology of the section *Cruciata* Gaudin［J］. *Journal of Chinese Medicinal Materials* (中药材), **34** (7): 1030—1033